

54590.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE ALIMENTOS

CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE LA HARINA DESGRASADA DE LA SEMILLA DE PIÑÓN

LOURDES MARIA SAMAYOA-FARNES RAMIREZ



GUATEMALA

1996

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE LA
HARINA DESGRASADA DE LA SEMILLA DE PIÑON

CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE LA
HARINA DESGRASADA DE LA SEMILLA DE PIÑON

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA
EN CIENCIAS DE ALIMENTOS

GUATEMALA, 1998

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE ALIMENTOS

CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE LA
HARINA DESGRASADA DE LA SEMILLA DE PIÑON

LOURDES MARIA SAMAYOA-FARNES RAMIREZ
HARINA DESGRASADA DE LA SEMILLA DE PIÑON

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO PARA OPTAR
EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIATURA
EN CIENCIAS DE ALIMENTOS

LOURDES MARIA SAMAYOA-FARNES RAMIREZ
GUATEMALA, 1996

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE ALIMENTOS

[Faint handwritten signature]
C.A. R. C. M. I. O. D. I. N. G. E. N. I. E. R. O.

[Faint handwritten signature]
C.A. R. C. M. I. O. D. I. N. G. E. N. I. E. R. O.

CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE LA
HARINA DESGRASADA DE LA SEMILLA DE PIÑON

[Faint handwritten signature]
C.A. R. C. M. I. O. D. I. N. G. E. N. I. E. R. O.

[Faint handwritten signature]
C.A. R. C. M. I. O. D. I. N. G. E. N. I. E. R. O.

LOURDES MARIA SAMAYOA-FARNES RAMIREZ

Vo. Bo.

RESUMEN

(f)

Ricardo Bresanni

DR. RICARDO BRESANNI
ASESOR.

TRIBUNAL

(f)

Ricardo Bresanni

DR. RICARDO BRESANNI

(f)

Patricia Salacios de Palomo

LICDA. PATRICIA SALACIOS DE PALOMO

(f)

Ana Silvia Cole Ruiz

LICDA. ANA SILVIA DE RUIZ

fecha de aprobación: _____

RESUMEN

Presento los resultados del trabajo de investigación de la semilla de piñon utilizada como subproducto luego de la extracción del aceite contenido en la nuez.

Como residuo de la extracción del aceite, se obtuvo una harina de color grisácea bastante fina y de un olor agradable. La textura de la harina es fina y no forma grumos, tampoco se alutina a temperaturas bajas y no presenta cambios en su apariencia luego de su almacenamiento a temperatura ambiente. Además se determinó un alto valor nutritivo debido a que contiene 49.175% de proteína, un valor bastante alto y bueno que hace de la harina una probable fuente utilizable para un enriquecedor de cereales o alimento para animales.

Además, la harina tiene un contenido de humedad de 0.4747%, valor aceptable para almacenarla a temperatura ambiente, sin el problema de aglutinación. La harina tiene un 8.602% de grasa residual luego de la extracción.

Presenta niveles de nitrógeno de 7.868%. Demostró solubilidad en presencia de diversas soluciones tales como agua, hidróxido de sodio NaOH 0.2%, solución salina de NaCl

al 5% y alcohol etílico al 70%. Demostró la mayor solubilidad cuando se extrajo con NaOH mostrando una solubilidad del 72% en esta solución. Paginas

Con todo ésto, se observó que contiene albúminas, globulinas, y glutelinas.

Manifestó un punto isoeléctrico cuando se analizó la proteína a un pH = 4.

IV. OBJETIVO.....	15
V. HIPOTESIS.....	19
VI. METODOLOGIA.....	20
VII. RESULTADOS.....	25
VIII. DISCUSION DE RESULTADOS.....	40
IX. CONCLUSIONES.....	45
X. RECOMENDACIONES.....	46
XI. BIBLIOGRAFIA.....	47
XII. ANEXO.....	48

INDICE

I. INTRODUCCION

Páginas

RESUMEN..... IX

I. INTRODUCCION..... 1

II. ANTECEDENTES..... 3

III. JUSTIFICACION..... 16

IV. OBJETIVOS..... 18

V. HIPOTESIS..... 19

VI. METODOLOGIA..... 20

VII. RESULTADOS..... 25

VIII. DISCUSION DE RESULTADOS..... 40

IX. CONCLUSIONES..... 45

X. RECOMENDACIONES..... 46

XI. BIBLIOGRAFIA..... 47

XII. ANEXO..... 48

Este aspecto es importante en relación a las necesidades actuales de la población, adelantos tecnológicos, así como en la conservación y preservación del medio ambiente, cada vez con mayor deterioro.

Con el conocimiento de que un estudio de estas dimensiones conlleva gastos e inversiones, se decidió probar una de las probablemente múltiples propiedades de la harina desgrasada de la corteza de pino.

La proteína como fuente alimenticia puede utilizarse para animales y si sus propiedades demostraran su utilidad en humanos, se estaría ante un proceso de doble uso industrial.

I. INTRODUCCION

Luego de la investigación y caracterización de una pequeña parte del potencial agroindustrial de Guatemala, en el ámbito industrial, como es la caracterización fisicoquímica del fruto del piñón (*Jatropha Curcas*) como fuente de aceite, surge el interés importante en relación a las necesidades actuales de la población, en cuanto a alimentación de estudiar el residuo obtenido.

Después de los trabajos de clasificación y caracterización realizados por varios autores, tanto nacionales como extranjeros, pocos esfuerzos se han hecho para caracterizar el potencial agroindustrial, alimentario o energético de estos recursos.

Este aspecto es importante en relación a las necesidades actuales de la población, adelantos tecnológicos, así como en la conservación y preservación del medio ambiente, cada vez con mayor deterioro.

Con el conocimiento de que un estudio de estas dimensiones conlleva gastos e inversiones, he decidido probar una de las probablemente múltiples propiedades de la harina desgrasada de la muez de piñón.

La proteína como fuente alimenticia puede utilizarse para animales y si sus propiedades demostraran su utilidad en humanos, se estaría ante un proceso de doble uso industrial.

II. ANTI-COPIES

un aceite de tipo semi secante y luego como subproducto, una harina desgrasada que al considerarse útil, fue tomada como tema importante, pues en este país no se cuenta con recursos que como éste, enriquezca con sus niveles protéicos y propiedades nutritivas un cereal, o talvez un concentrado para alimentación de aves.

Primera Serie
Orden
Familia
Género
Especie

Descripción

El pilón es un arbusto que crece espontáneamente en muchos lugares de la república. (1) Consiste de ramas esparcidas y ramitas gruesas que contienen una savia translúcida amarillenta. (4) Hojas deciduas alternas en grupos ternarios o pares, ovales, acuminadas, con 3-5 folíolos, 5-30 cm de ancho, con el tallo de la ramita de largo. (4) Flores axilares, blancas, agrupadas en panículas y racimos. (4) Frutos pequeños, lisos 2-3-4 cm de largo, verde al principio, negro al final, al secarse dejan libres 2-3 semillas oblongas negras de 2 cm.

II. ANTECEDENTES

El piñón se clasifica de la siguiente manera:

- Reino Vegetal
- Cuarto Grupo Fundamental Espermatofitas
- Clase Angiospermas
- Subclase Dicotiledóneas
- Primera Serie Coripétalas
- a) Monoclamideas
- Noveno Orden Trocóceas
- Familia Euforbiáceas
- Género *Jatropha*
- Especie *Jatropha curcas* L.

(1)

Descripción

El piñón es un arbusto que crece espontáneamente en muchos lugares de la república.(1) Consta de ramas esparcidas y ramitas gruesas, que contienen una savia translúcida amarillenta.(4) Hojas deciduas alternas o en grupos terminales densos, ovaladas, acorazonadas en la base, 3-5 lóbulos, 6-35 cm. De ancho, con estambres de 3-6.5 cm de largo.(4) Flores amarillentas acampanadas 6 mm de ancho; masculinas y femeninas juntas en grupos.(4) Frutos ovales lisos 2.5-4 cm. de largo, verde al principio, negro al final, al secarse dejan libres 2-3 semillas oblongas negras de 2 cm.

de largo y 1 cm. de grueso. (4) Alcanza una altura de 3 a 4 metros y posee una raíz napiforme, y un tallo cilíndrico rodeado de una corteza blanco-grisácea, que al ser cortada deja salir un líquido laticífero bastante fluido y ligeramente caústico (1). (6)

Las hojas son del largo peciolo, palmatilovadas, verdes, y lisas en sus dos caras siendo una de ellas más brillante que la otra. Las flores se presentan en racimos, son unisexuales, de un color amarillo-verdoso y poseen un ovario tricarpelar, trilocular, de placentación axilar. (1)

Los frutos son bayas, de dehiscencia longitudinal, que llevan en su interior de 3 a 4 granos. (1)

Las semillas se presentan bajo la forma de pequeños cuerpos ovoides de un color negruzco, con punteado blanco, en toda su superficie. De sus dos caras una es dorsal convexa, y la otra es ventral en forma de ángulo. En una de sus extremidades lleva siempre una carúncula, bilobulada rojo-blanquecina. Estos granos tienen olor especial agradable, y un sabor oleaginoso, y ligeramente dulce (1). La semilla de piñón es de color verde, contiene en su interior grupos de cuatro almendras y está protegida por una cáscara externa y las almendras a su vez están recubiertas por una cáscara delgada, de color negro y el color de la almendra es blanco. (6)

Chicunola, Guatemala, Peten, Alta Verapaz, Izamal, Yucatán, Jalapa. La semilla cuando cambia del color verde, pasa por

amarillo y luego a negro. Por pérdida de humedad aumenta su peso en 2.0 y 3.3 g respectivamente. (6)

El fruto entero tiene un peso promedio de 3.52 g, la cáscara pesa 0.92 g, la almendra 2.38 g y la cáscara que recubre la almendra pesa 0.26 g. (6)

Con base en esto se obtiene que la almendra representa el 67.6% del peso total del fruto, la cáscara externa 26.1% y la delgada cáscara de la almendra el 6.3%. (6)

Examinadas al microscopio en un corte transversal, se presentan como sigue: un espermodermo con tres capas de células; de las cuales la externa está formada por células poligonales de paredes ligeramente espesas. La segunda consta de células también poligonales colocadas en tres surcos. Por último, la capa interna se compone únicamente de células aplastadas que encierran algunos cristales de oxalato de calcio. Esta capa se encuentra rodeando a una serie de células poligonales que constituyen el albumen; en el interior de estas células se encuentran incluidos gran número de granos de aleurona y gotas oleaginosas. (1)

Nativa de México y Centroamérica; naturalizada en Sur América, el Caribe y el Viejo Mundo. Ampliamente cultivada para hacer cercos vivos, hasta los 1,500 metros sobre el nivel del mar. En Guatemala se ha encontrado en: El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Guatemala, Petén, Alta Verapaz, Izabal, Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Sacatepéquez,

Suchitepéquez, Retahuleu, San Marcos, y Huehuetenango.(4)

Se propaga por semillas y su crecimiento es rápido. Florece en Julio y Agosto, en los climas cálidos, habiéndose observado en Veracruz, Sinaloa, Guerrero, Chiapas, Tabasco, Morelos, Oaxaca. (3)

Se acostumbraba sembrarlo en los cercados porque no se lo come el ganado. Las semillas tostadas son comestibles pero en pequeña cantidad, pues pasado de nueve a diez tienen acción de purga muy enérgica y peligrosa y más aún con las semillas crudas. Bastan unos tres granos crudos machacados y emulsionados con leche, para purgar; diez o doce gotas de aceite producen el efecto de 30 del aceite de ricino. Por informes del profesor Miguel Cordero, se sabe que por efecto de la cocción, el aceite pierde sus propiedades drásticas pudiendo usarse en la alimentación.

De las semillas se extrae por presión en caliente 30 a 40% de aceite el cual deposita estearina a los 9 grados y a los cero grados se solidifica. En estado fresco es incoloro e inodoro, pero después toma un color amarillo y despide olor desagradable. Es más fluido que el aceite de ricino, pero no se disuelve completamente como éste en el alcohol absoluto.

Contiene ácidos oleico, linoleico, y palmítico, y una resina lipoidica, tóxica que se pierde con el cocimiento. Se emplea para hacer jabón, para el alumbrado en algunas regiones y como lubricante y se asemeja al tugoil. Se ha

empleado en medicina, pero rara vez y en pequeñas dosis, debido a la acción demasiado enérgica, que suele ocasionar.

(3) *Además de revestimientos protectores, resinas, jabones,*

líquido Se determinó que la mayor producción de aceite se dio cuando se estrajo únicamente de la almendra y no del fruto entero, demostrándose ventajas en las propiedades finales del aceite. (6) *Además una toxalbumina llamada curcina,*

L El aceite obtenido es de color amarillo, con un olor agradable, contiene 4.4% de ácidos grasos, un índice de yodo de 117.36 razón por la cual se le clasifica como un aceite de tipo semisecante. (6)

L Tiene un índice de saponificación de 193.7 y el índice de peróxidos es de 3.57 m.eq/100g *caracas. Internamente se usa para el* El índice de refracción es de 1.4392. *de sol, crema,*

erisip Presenta una gravedad específica de 0.98319 g/ml, la viscosidad es de 0.9333 cm/seg. *pelias, heridas quemaduras e*

ister Además solidifica a 8.5°C temperatura en la cual pierde sus propiedades de claridad y fluidez, para convertirse en una grasa. (6) *es afeciones gastrointestinales las hojas y*

semilla Es un aceite que por sus características fisicoquímicas es semejante al aceite de soya. (6) *intestinales.*

L Además, el aceite presenta un contenido de ácidos grasos 17.55% palmitico, 30.71 de oleico y 51.74 de linoleico. Es decir 17.55% de ácidos grasos saturados, 30.71% de mono insaturados y 51.74% de poliinsaturados. (6).

Por todo lo anterior, tiene usos importantes en la industria de pinturas, cosméticos, detergentes sintéticos, acabados de revestimientos protectores, resinas, jabones, líquidos, gelatinosos y grasas lubricantes. (6).

Se dice que las semillas se usan en Filipinas para embarbascar, lo que ha de ser cierto, puesto que en las tortas se ha encontrado una toxialbúmina llamada curcina.

Las hojas maceradas con aceite de ricino, se usan para apresurar la supuración. Sobre esta planta vive un insecto llamado aje (Coccus Axin) que produce una grasa muy apreciada en la industria. (3)

La decocción de las hojas y flores se usa externamente para baños en casos de fiebres y catarros. Internamente se usa para enfermedades venéreas, quemaduras de sol, eczema, erisipela, gonorrea, neuralgia, paludismo y reumatismo. Las hojas frescas se usan en las erisipelas, heridas quemaduras e ictericia. Se le atribuyen propiedades purgantes, galactogogas, hemostáticas, narcóticas, desinflamantes y abortivas. En las afecciones gastrointestinales las hojas y semillas se usan para tratar estreñimiento, diarrea, disenteria, hemorroides y parásitos intestinales.

El aceite es usado como combustible, iluminante y para fabricar jabón. Tiene una actividad purgante drástica, pero puede usarse en el tratamiento de gota y dolor de muelas.

Tanto este autor como Bénézet y Oviado dicen que los

Las semillas crudas son tóxicas y el látex irritante. Las semillas tostadas se comen como alimento, y las hojas han demostrado actividad contra leucemia linfocítica. (4) por la

Materia Médica se ve: "Se dice que la virtud purgativa de

las semillas es en **Actividades Biológicas**" (2)

Partes Aéreas: los extratos clorofórmico y etanólico 95% por vía intraperitoneal en el ratón muestran una actividad antitumoral, a las dosis respectivamente de 12.5mg/Kg y 25mg/Kg (Huffort & ognuntimein, 1,978). El extracto hidroetanólico administrado a dosis de 0.25mg/Kg por vía intraperitoneal en el ratón, potencializa la acción de los barbitúricos y muestra una actividad diurética. La DL50 en las mismas condiciones, es de 0.5g/Kg (Dhavan et al. 1977). (8)

Raíz: El extracto metanólico 70% por vía intraperitoneal en el ratón, muestra una actividad anticonvulsiva contra las convulsiones inducidas por el metrazole (Adezina, 1982)

De la misma manera se ha encontrado esta especie, de Sinaloa, a Veracruz, Yucatán y Chiapas. En Sinaloa se le llama sangregado o sangregado; en Yucatán, sikil-té; en Veracruz, avellanas purgantes; en Oaxaca, piñón purgante; cuipú, en lengua zoque, Chiapas. Las semillas son purgantes, pero tostadas pierden parcialmente esa propiedad y suelen ser comestibles. Hernández (2) se refiere a esta planta con el nombre de quahuayohuachtli. (2) un **oil de un aceite purgante**

Tanto este autor como Ximénez y Oviedo dicen que los

indios, para purgarse, tomaban 5 ó 7 semillas, siempre nones. "pero débense tostar tantico para corregirlos y hacerlos más blandos en su operación" (Ximénez). En el ensayo para la Materia Médica se lee: "Se dice que la virtud purgativa de las semillas solamente existe en el embrión".(2)

Usos encontrados en las encuestas TRAMIL

Haití:

- Cándiosis bucal: látex, en fricción de la boca
- Quemadura: látex, en aplicación local. (8)

Bateyes haitianos en República Dominicana

- Cándiosis bucal: látex, via oral. (8)

República Dominicana

- Dolor abdominal y gases: hoja, decocción con sal, via oral, en asociación.
- cándiosis bucal: látex, en aplicación local
- asma: látex, via oral
- trastornos hepáticos: hoja, decocción via oral. (8)

COMPOSICION QUIMICA

Las hojas contienen alfa-amirina; una mezcla de B-sitosterol, stigmasterol y campesterol; 7-ceto-B-sitosterol, stigmas-5-eno-3B-7alfa-diol, y stigmas-5-eno-3B,7alfa-diol y jatropina.

Las semillas poseen hasta un 40% de un aceite purgante que contiene los ésteres de los ácidos palmitico, esteárico y

oleico, sacarosa, rafinosa, staquiosa, glucosa, fructosa y galactosa; la proteína tóxica curcina, curcasina, y taninos.

La corteza contiene una sapogenina esteroidal. (4)

Trabajos TRAMIL (Weniger et al. 1984): Selección fitoquímica preliminar (hoja):

alcaloides

esteroides, terpenoides

flavonoides

quinonas

saponósidos

compuestos fenólicos

taninos.

La hoja contiene glucósidos cianogenéticos, taninos, poliesteroles: alfamirina, beta-sitosterol, campesterol, estigmasterol y derivados de flavonoides: vitexina e isovitexina.

En la hoja y en la corteza se evidenciaron sapogeninas esteoidicas, una toxoalbúmina, la curcina y un complejo resinosterólico fueron evidenciados en la semilla.

cuando se extrajo de la semilla de la almendra que da el fruto entero, demostrándose

USO Y PROPIEDADES

La decocción de las hojas y flores se usa externamente para baños en casos de fiebres y catarros; internamente se usa para enfermedades venéreas, quemaduras de sol, eczema,

erisipela, gonorrea, neuralgia, paludismo y reumatismo. Las hojas frescas se usan en las erisipelas heridas, quemaduras e ictericia. Se le atribuyen las propiedades purgantes, galactogogas, hemostáticas, narcóticas, desinflamantes y abortivas. En las afecciones gastrointestinales, las hojas y semillas se usan para tratar el estreñimiento, diarrea, disentería, hemorroides y parásitos intestinales. (4)

El aceite viene de la almendra de la nuez conocida como nuez de purga o de barbados. La *Jatropha Curcas* es un arbusto o árbol pequeño que crece hasta 15 pies de alto, nativo de los trópicos de América y cultivado en varias partes de los trópicos incluyendo Brasil, Centroamérica y las islas Cabo Verde. Además, el aceite presenta un contenido de ácidos grasos

Es cultivada algunas veces para planta cerquera. Las semillas nacen en cápsulas y pesan de 0.5 a 0.7 g, tienen una conchita delgada, café oscura delgada y una hojuela que consiste principalmente de un endospermo grasoso, rodeado de un embrión pequeño. La almendra comprende 50 a 58% de toda la semilla y contiene 50 a 60% del aceite. resinoso, labonoso.

Se determinó que la mayor producción de aceite fue cuando se extrajo únicamente de la almendra que da el fruto entero, demostrándose ventajas en las propiedades finales del aceite. (6). El aceite queda varían de amarillo pálido a café y

El aceite obtenido es de color amarillo, con un olor agradable. Contiene 4.4% de ácidos grasos, un índice de yodo

de 117.36 razón por la cual se le clasifica como un aceite de tipo semisecante.

Tiene un índice de saponificación de 193.7 y el índice de peróxidos es de 3.57 m.eq/100g.

El índice de refracción es de 1.4392.

Presenta una gravedad específica de 0.98319 g/ml, la viscosidad es de 0.9333 cm/seg .

Además solidifica a 8.5°C temperatura en la cual pierde sus propiedades de claridad y fluidez, para convertirse en una grasa, (6).

Es un aceite que por sus características fisicoquímicas es semejante al aceite de soya, (6).

Además, el aceite presenta un contenido de ácidos grasos 17.55% palmítico, 30.71 de oleico y 51.74 de linoleico. Es decir 17.55% de ácidos grasos saturados, 30.71% de mono insaturados y 51.74% de poliinsaturados, (6).

Por todo lo anterior, tiene usos importantes en la industria de pinturas, cosméticos, detergentes sintéticos, acabados de revestimientos protectores, resinas, jabones, líquidos, gelatinosos y grasas lubricantes, (6).

El aceite es pálido, amarillento y tiene un olor fuerte característico, recién extraído de la nuez madura, pero el aceite comercial puede variar de amarillo pálido a café y olor desagradable dependiendo del método de preparación.

El aceite tiene propiedades mayormente purgativas. Cerca

de 10 gotas de este aceite, tienen el efecto de una cucharada de aceite de castor.

El aceite no es del todo parecido al aceite de castor, en su

Sus constantes físicas son:

Densidad a 15°C	0.918
Punto de congelación	8.5°C
Indice de refracción a 22°C	1.4392
Indice de Crismer	48

Sus constantes químicas son:

Indice de yodo	117.36
Indice de saponificación	193.7
Indice de Reichrt-Meisl	1.15
Indice de Polenske	0.7
Indice de Acetilo	7.0
Indice de Maumene	67.00
Indice de acidez	200.00
Acidos grasos totales	94.26 %
Glicerina	3.27 %
Materiales insaponificables	1.35 %
Acidos grasos saturados	10.49 %
Acidos grasos no saturados	83.09 %

Indice peróxido de 3.57 meq/100g

Gravedad específica de 0.98319 g/ml

Viscosidad = 0.93333 cm/seg. (6)

La retorta es usada para fertilizante porque es demasiado tóxica, para ser usada como alimento animal. El aceite no es del todo parecido al aceite de castor, en su contenido de ácidos hidròxidos.

se desconocen, pero que en determinado momento podrían utilizarse como fuente principal o materia prima para ser utilizados en la elaboración de productos derivados, útiles al desarrollo económico del país.

Para lograr la validación de los recursos vegetales no convencionales o subexplotados en el país, es necesario conocer el potencial de utilización que puedan tener como base para su desarrollo agrícola en otros eslabones de la cadena agroindustrial. El potencial de utilización a su vez, se podrá establecer a través de la caracterización física y química de la materia prima y de esa información sugerir el uso potencial que tiene.

Por medio de una extracción con hexano utilizado como solvente y un Soxhlet como medio de extracción, se obtiene un aceite de color amarillo claro con características de tipo semi secante, con propiedades de aplicación en la industria de pinturas, revestimientos y otros. Existe el interés de utilizar el residuo así obtenido:

El residuo es una harina de color grisáceo, fina, que puede utilizarse como una fuente de algún tipo de nutriente o bien como fuente principal para alimentación de animales.

III. JUSTIFICACION

En Guatemala existe un gran número de plantas cuyas características y propiedades agronómicas y agroindustriales se desconocen, pero que en determinado momento podrían utilizarse como fuente principal o materia prima para ser utilizados en la elaboración de productos derivados, útiles al desarrollo económico del país.

Para lograr la validación de los recursos vegetales no convencionales o subexplotados en el país, es necesario conocer el potencial de utilización que pueden tener como base para su desarrollo agrícola en otros eslabones de la cadena agroindustrial. El potencial de utilización a su vez, se podrá establecer a través de la caracterización física y química de la materia prima y de esa información sugerir el uso potencial que tiene.

Por medio de una extracción con hexano utilizado como solvente y un soxlet como medio de remoción, se obtiene un aceite de color amarillo claro con características de tipo semi secante, con propiedades de aplicación en la industria de pinturas, revestimientos y otros. Existe el interés de utilizar el residuo así obtenido.

El residuo es una harina de color grisáceo, fina, que puede utilizarse como una fuente de algún tipo de nutriente o bien como fuente principal para alimentación de animales

puesto que debido a las propiedades del aceite, puede utilizarse por su contenido alto en proteínas.

Si esto resultase verdadero, se estaría tratando de un subproducto utilizable de bajo costo y excelentes propiedades en la industria alimenticia cada día más invadida por productos sintéticos. Además se contribuye al adelanto dentro de la rama alimenticia a partir de productos naturales tan abundantes en Guatemala y a la vez tan poco explotados.

Si a lo anterior se agrega que es el subproducto de un aceite ya estudiado detalladamente y cuyas propiedades se han descubierto como ventajas para el adelanto de un país tan rico en fuentes naturales y en vías de desarrollo industrial, se está frente a un subproducto aprovechable de bajo costo y alto rendimiento.

IV. OBJETIVOS

V. HIPOTESIS

A. GENERALES

1. Determinar la cantidad de proteína presente en la harina desgrasada de piñón.
2. Caracterizar la clase de proteína presente en la harina desgrasada de piñón.
3. Utilizar como posible fuente agroindustrial, un residuo importante, que de otra forma se desperdiciaría luego de la extracción del aceite de la nuez de piñón.

B. ESPECIFICOS

1. Conocer la distribución de la proteína de la semillas de piñón por solubilidad.
2. Preparar un aislado protéico de la harina desgrasada de piñón.
3. Establecer una posible aplicación alimenticia y nutricional para la harina desgrasada de la nuez de piñón.

VI. METODOLOGIA

V. HIPOTESIS

RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

" Las proteínas de la harina de piñón contienen albúminas, globulinas, prolaminas y glutelinas." esta será proveída por una finca localizada en Patulul Coyutepec y será transportada en costales, aprovechando el clima tan cálido de esta región. Se secará al sol durante 1 semana.

CLASIFICACION DE LA MATERIA PRIMA.

La semilla recibida, será limpiada en forma manual retirando cualquier sustancia u objeto que pueda interferir en el análisis.

DETERMINACION DE LA MASA DEL FRUTO Y DE LA CASCARA

Con el fin de conocer la rentabilidad y la recuperabilidad de la semilla luego de ser sometida a la extracción, será necesario determinar la masa de la semilla así como la masa de la casca. Para ello se prepararan lotes de 5 semillas lo más homogéneas posible.

ANÁLISIS DEL FRUTO

Se obtendrá un número promedio de almendras presentes en cada fruto llevando a cabo una separación manual de la casca y almendra.

Se determinará la humedad de las semillas con un método

VI. METODOLOGIA

tanto el almendra como la cáscara a la temperatura de un

RECEPCION DE MATERIA PRIMA por diferencia en el peso.

Por ser la semilla del piñón un fruto de clima tropical, ésta será proveída por una finca localizada de Patulul Suchitepequez y será transportada en costales, aprovechando el clima tan cálido de esta región. Se secará al sol durante 1 semana. de la extracción, se obtiene un residuo consistente de harina de color grisáceo.

CLASIFICACION DE LA MATERIA PRIMA

La semilla recibida, será limpiada en forma manual retirando cualquier sustancia u objeto que pueda interferir en el análisis. molino de nixtamal, donde se tritura la cáscara externa de la nuez. Así se logrará una harina más

DETERMINACION DE LA MASA DEL FRUTO Y DE LA CASCARA

Con el fin de conocer la rentabilidad y la recuperabilidad de la semilla luego de ser sometida a la extracción, será necesario determinar la masa de la semilla así como la masa de la cáscara. Para ello se prepararán lotes de 5 semillas lo más homogéneas posible. nuez y se obtiene

una harina de diferentes grosores y fibras. Los resultados

se cuantificarán para determinar el

ANALISIS DEL FRUTO

Se obtendrá un número promedio de almendras presentes en cada fruto llevando a cabo una separación manual de la cáscara y almendra.

Se determinará la humedad de las semillas sometiéndolas

tanto al almendra como la cáscara a la temperatura de un horno y se obtendrá la humedad por diferencia en el peso.

Se procede a la extracción con un soxlet, utilizando hexano como solvente.

RECEPCION DE MATERIA PRIMA, II PARTE

Luego de la extracción, se obtiene un residuo consistente de harina de color grisáceo.

MOLIENDA

Para obtener una materia prima lo más homogénea posible, se somete a un molino de nixtamal, donde se tritura la cáscara externa de la nuez. Así se logrará una harina más fina.

TAMIZ

Para recuperar la harina más blanca y fina, se someterá a un tamiz vibratorio eléctrico por medio del cual se logra separar las fracciones de la cáscara de la nuez y se obtiene una harina de diferentes grosores, y finuras. Los resultados obtenidos en cada tamiz, se cuantificarán para determinar si vale o no la pena quitar la cáscara negra de la nuez.

ANALISIS DE RENDIMIETO

Luego del tamizado, se procederá a cuantificar los

resultados obtenidos en cada tamiz y se determinará la calidad de la harina con la que se trabajará.

FRACCIONAMIENTO DE LA PROTEÍNA

DETERMINACION DE HUMEDAD

Con el propósito de conocer la cantidad de humedad presente en la muestra, ésta será sometida a un análisis de humedad en un horno donde se calculará el resultado por diferencia de peso.

DETERMINACION DE CENIZAS

Para conocer la cantidad de cenizas que la harina contiene, se someterá a un tratamiento de un horno y se comparará con el resultado de una mufla, lográndose la cuantificación de las cenizas presentes.

II Parte

DETERMINACION DE ACEITE RESIDUAL

Para determinar la cantidad de grasa que se encuentra aún en la harina, se observará la grasa residual, utilizando nuevamente un soxlet y hexano como solvente, tomando valores iniciales y finales de cada muestra, luego de una extracción.

DETERMINACION DE PROTEINAS

Para conocer las propiedades nutritivas de la harina, se someterá a un análisis protéico con un Kjeldahl donde se cuantificarán los resultados para determinar si es o no

rentable continuar con análisis posteriores.

FRACCIONAMIENTO DE LA PROTEINA

Para conocer la solubilidad de la proteína, se seguirá el siguiente método:

1. Pesar 5 gramos de harina desgrasada en un erlenmeyer de 125 cc.
2. Agregar 30 ml de agua destilada y agitar durante 1 hora.
3. Centrifugar y separar el residuo sólido del líquido.
4. Al residuo, agregarle 30 cc de agua destilada y repetir el paso 2 y 3.
5. Unir la parte líquida y medir el volumen resultante, luego se determinará el contenido de nitrógeno.
6. Determinar la proteína por el método del Kjeldahl.

II Parte

Repetir los pasos 2,3,4,5, utilizando el mismo residuo sólido, pero cambiando las soluciones de agua destilada por las siguientes respectivamente:

NaCl 5%

Alcohol etílico 70%

NaOH 0.2%

Guardar cada extracto acuoso después de las extracciones y determinar a cada uno nitrógeno y proteína.

DETERMINACION DE LA PROTEINA EN EL RESIDUO

Con el objeto de conocer la cantidad de proteína que permanece en el residuo, se realizarán pruebas de nitrógeno y proteína utilizando el método Kjeldahl.

SOLUBILIDAD EN HIDROXIDO DE SODIO

Se determinará la solubilidad de la proteína soluble en hidróxido de sodio, y se determinará el porcentaje que de la muestra total corresponde a este valor.

DETERMINACION DEL pH. PUNTO ISOELECTRICO.

Se determinará el pH inicial de la solución y luego se bajará éste a los siguientes valores: 7,6,5,4,3,2.9,2.9, a cada solución se le realizarán análisis de proteína y nitrógeno. Se graficarán los resultados y se determinará el punto isoeléctrico de la proteína presente en la harina.



VII. RESULTADOS

GRAFICA No. 1

CUADRO No. 1
Características físico-químicas del
aceite crudo de la semilla del Piñon

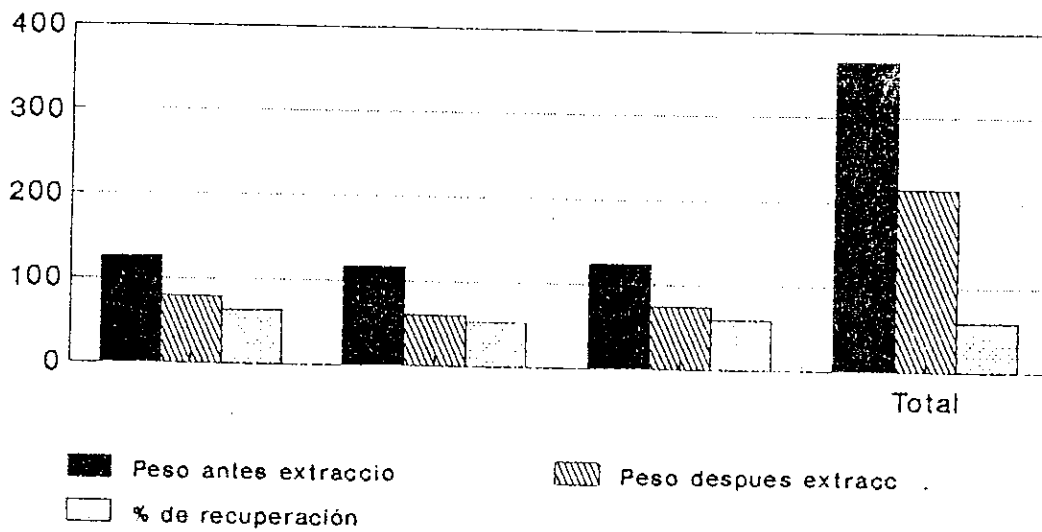
CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL
ACEITE CRUDO DE LA SEMILLA DEL PINON

Peso Inicial de la muestra (g) antes de la extracción (g)	Peso después de la extracción (g)	Porcentaje de recuperación (%)
125.52	79.58	63.40
116.24	60.50	52.05
125.0	73.93	59.15
Total 366.76	214.01	58.35
TOTAL DE HARINA OBTENIDA. 214.01 g.		

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

GRAFICA No. 1

Características fisicoquímicas del
aceite CRUDO de la semilla del Piñon



Total de Harina obtenida 214.01 g

CUADRO No. 2

DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE PARTICULA

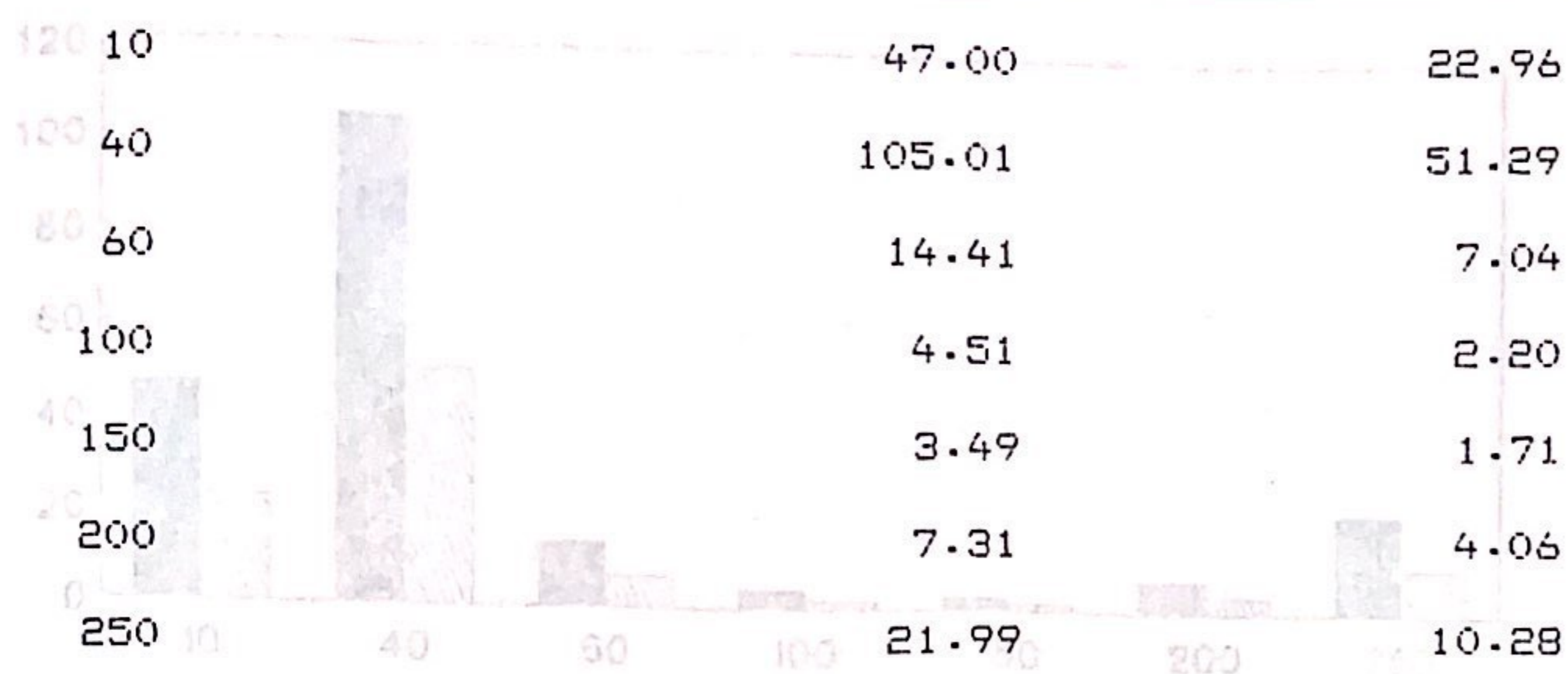
EN UN TAMIZ

GRAFICA No. 2

Peso inicial 214.01 g
TAMIZ NUMERO

PESO RECUPERADO

PORCENTAJE



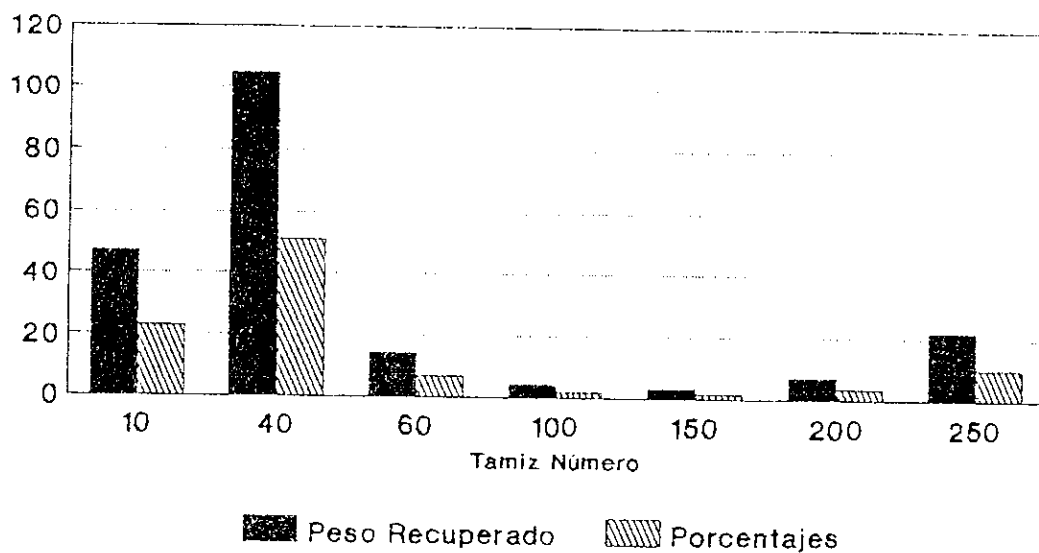
TOTAL 97.56

■ Peso Recuperado ■ Porcentajes

Total 97.556

GRAFICA No. 2

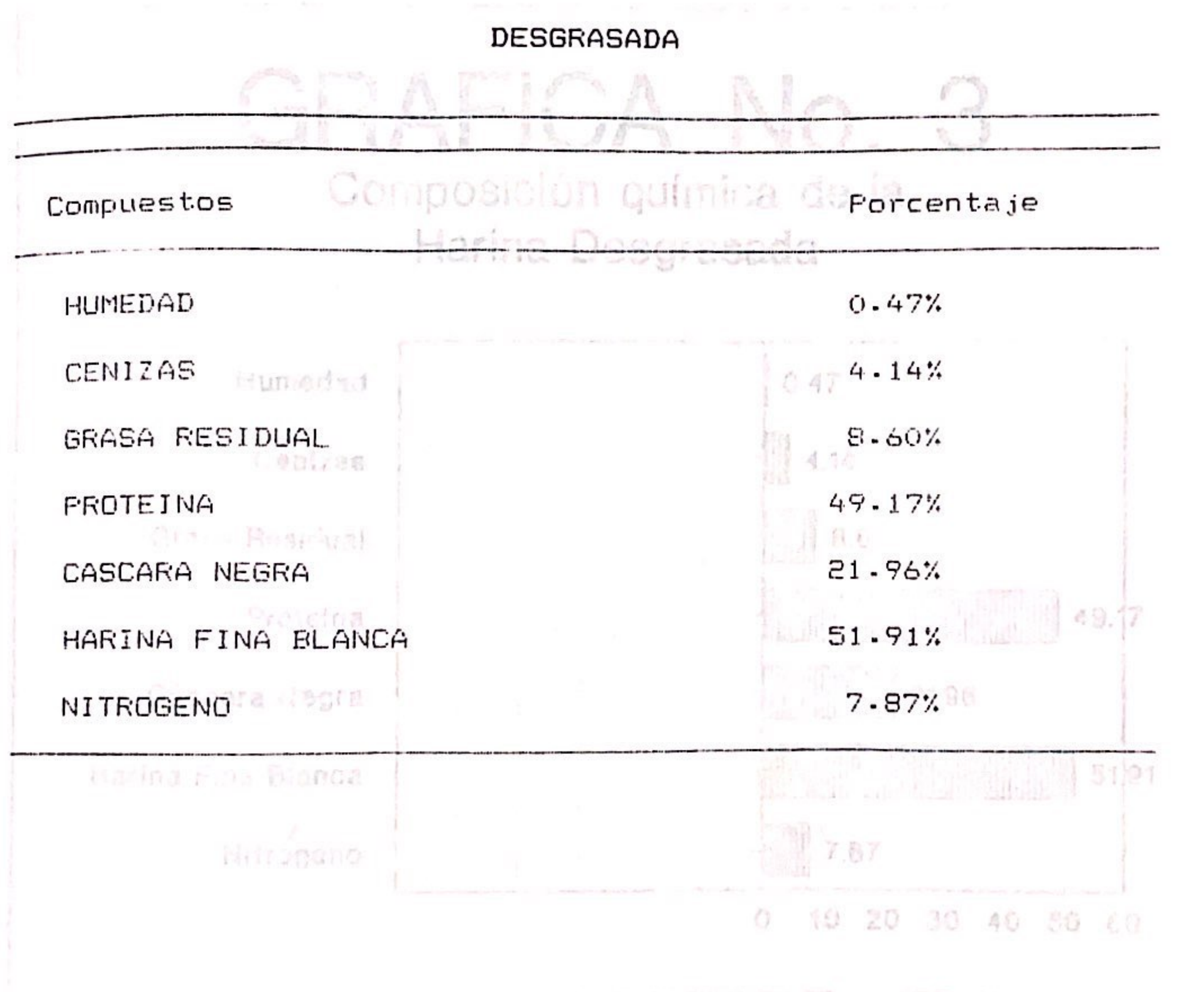
Distribución del Tamaño de
partícula en un Tamiz



Total 97.556

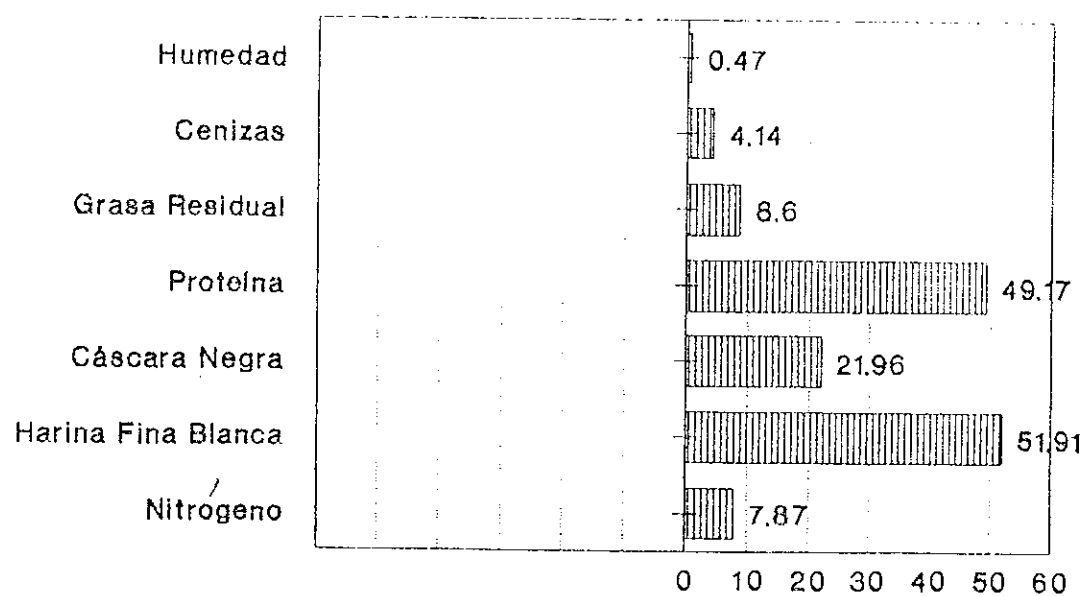
CUADRO No. 3

COMPOSICION QUIMICA DE LA HARINA
DESGRASADA



GRAFICA No. 3

Composición química de la
Harina Desgrasada



CUADRO No. 4

SOLUBILIDAD DE LA PROTEINA LUEGO DE LA
EXTRACCION CON DIVERSAS SOLUCIONES

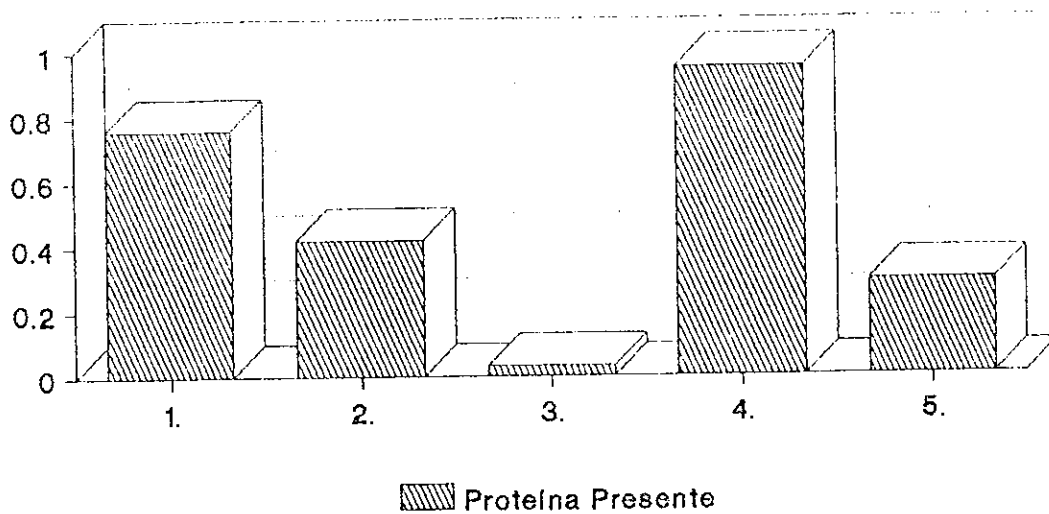
GRAFICA No. 4

	Proteína Presente	Porcentajes
PROTEINA INICIAL EN 5gr DE HARINA 2.46		
1. PROTEINA SOLUBLE EN AGUA	0.76	30.72%
2. PROTEINA SOLUBLE EN NaCl 5%	0.42	17.28%
3. PROTEINA SOLUBLE EN Alcohol Etílico 70%	0.03	1.32%
4. PROTEINA SOLUBLE EN NaOH 0.2%	0.95	38.64%
5. PROTEINA EN EL RESIDUO	0.29	11.98%
		TOTAL 99.94%
PROTEINA TOTAL SOLUBLE EN NaOH	1.59	72 %

Proteína inicial en 5 gr de harina = 2.46
Proteína total soluble en NaOH 0.2% = 1.59

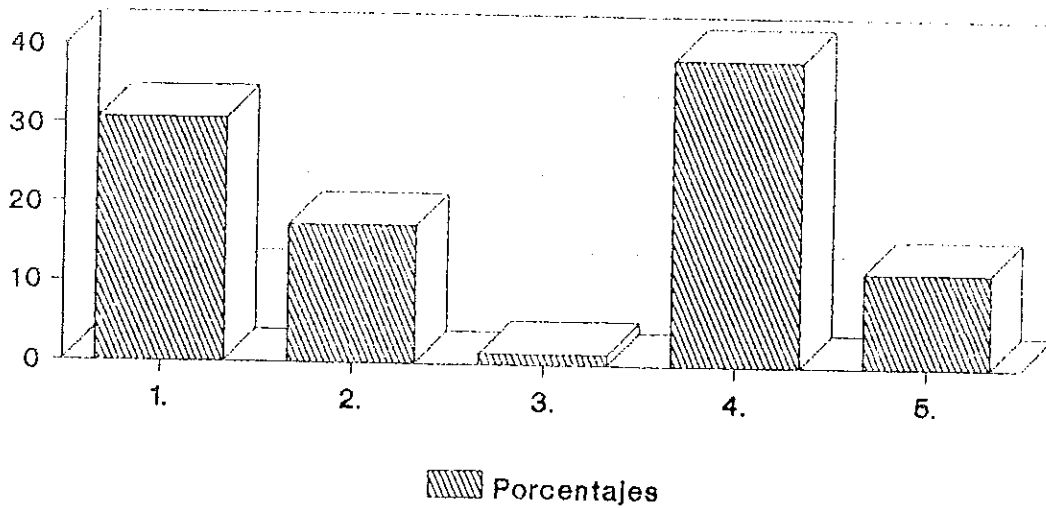
GRAFICA No. 4

Solubilidad de la Proteína luego de la Extracción con diversas soluciones



Proteína Inicial en 5gr de Harina 2.46
Proteína Total soluble en NaOH 1.59 72%

Porcentajes de la Proteína presente



1 Proteína soluble en agua, 2 en NaCl 5%
3 en Alcohol etílico 70%, 4 en NaOH 0.2%
5 Proteína en residuo

CUADRO No. 5

NITROGENO SOLUBLE EN DIFERENTES
SOLUCIONES

GRAFICA No. 5

Nitrogeno soluble en soluciones

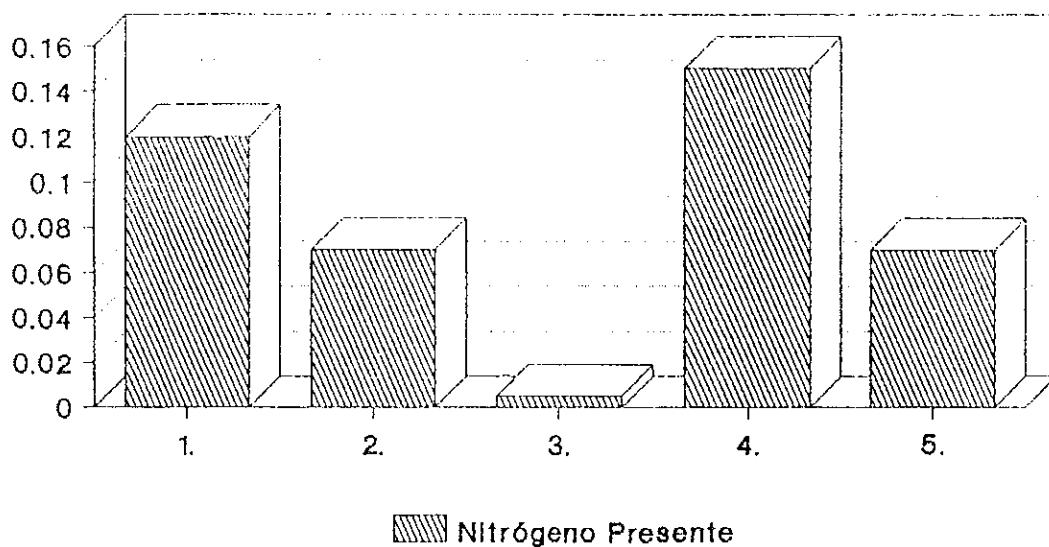
	Nitrogeno Presente	Porcentajes
NITROGENO INICIAL EN 5gr 0.39		
1. NITROGENO SOLUBLE EN AGUA	0.12	30.72%
2. NITROGENO SOLUBLE EN NaCl 5%	0.07	17.28%
3. NITROGENO SOLUBLE EN Alcohol Etílico 70%	5.00×10^{-3}	1.32%
4. NITROGENO SOLUBLE EN NaOH 0.2%	0.15	38.64%
5. NITROGENO EN EL RESIDUO	0.05	11.98%
		TOTAL 99.94%

Nitrogeno Presente

Nitrogeno inicial en 5gr 0.39

GRAFICA No. 5

Nitrógeno soluble en diferentes
soluciones



Nitrógeno Inicial en 5gr 0.3934

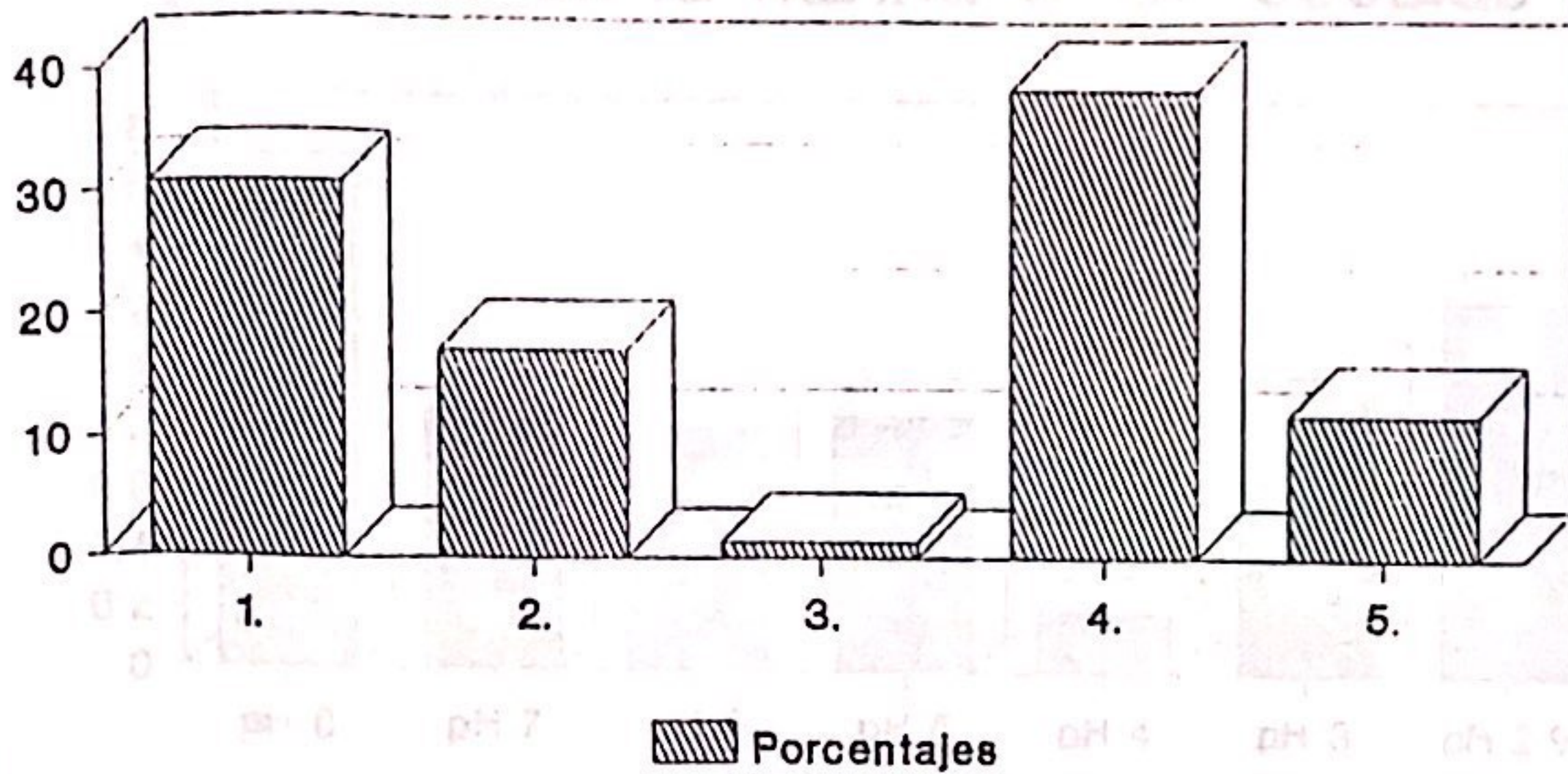
CUADRO No. 6

DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE PROTEINA
 PRESENTE EN LA HARINA A DIFERENTES
 ESCALAS DE pH.

pH DE LA SOLUCION	PROTEINA EN LA MUESTRA (Base 5 gramos)	NITROGENO EN LA MUESTRA (Base 5 gramos)
pH 8	1.59	0.25
pH 7	0.88	0.17
pH 6	0.82	0.13
pH 5	0.86	0.14
pH 4	0.21	0.03
pH 3	1.01	0.15
pH 2.9	1.26	0.26

GRAFICA No. 6

Porcentajes de Nitrógeno presente



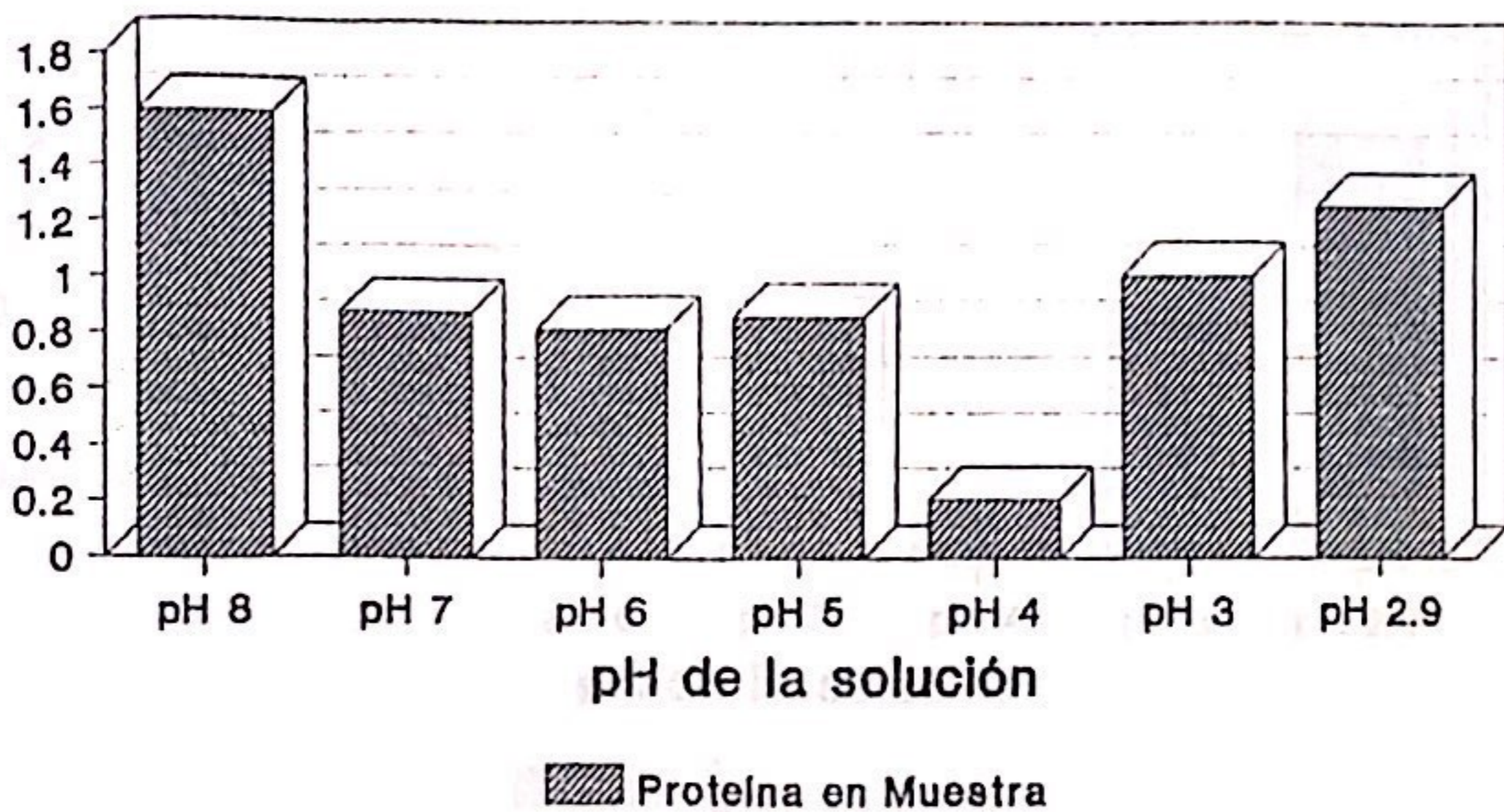
1 Nitrógeno soluble en agua, 2 NaCl 5%

3 Alcohol etílico 70%, 4 NaOH 0.2%

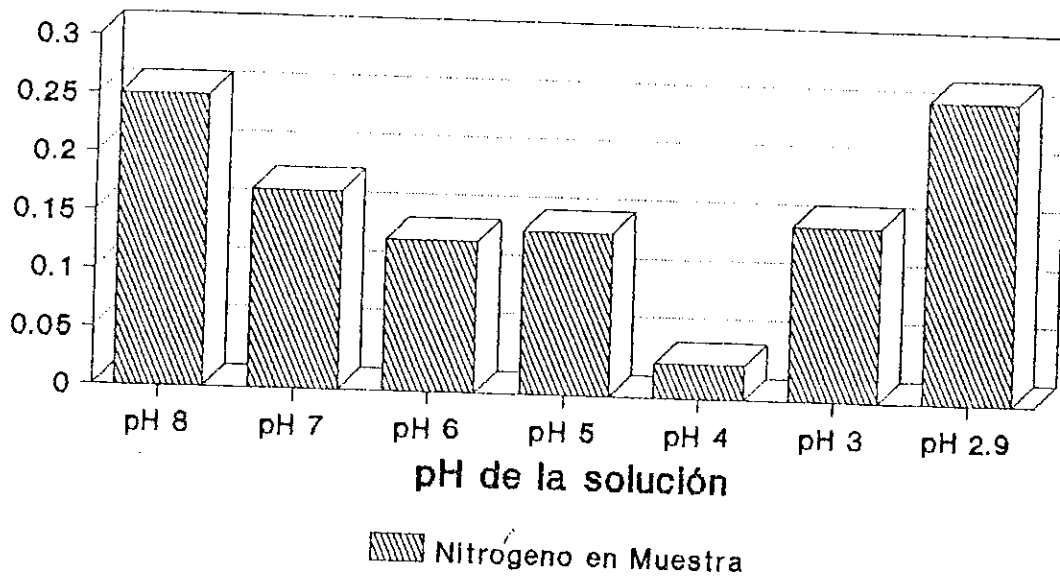
5 Nitrógeno en el Residuo

GRAFICA No. 6

Determinación de la cantidad de proteína presente en la harina a dif. escalas pH



Determinación de la cant. de nitrógeno presente en la harina a dif. escalas pH



VIII. DISCUSION DE RESULTADOS

Luego de la extracción del aceite, se obtuvo un residuo consistente en una harina de color grisáceo. Para eliminar cualquier residuo de hexano utilizado en la extracción se sometió esta harina a un proceso de areación seguido por intervalos de agitación para que cualquier residuo se evaporara.

El olor de la harina fue agradable, el color fue grisáceo debido a la presencia de pequeños pedacitos de la cáscara que recubre la nuez. Con el propósito de obtener una harina lo más homogénea posible, se sometió a un molino de nixtamal para obtener una mejor distribución del tamaño de partícula, así como una harina más atractiva por su color y su finura. Siendo estos de 4.137% lo que se observó en el

A continuación, se sometió a un tamiz vibratorio eléctrico, para obtener una separación de las partículas grandes así como retirar cualquier tipo de basura o impureza que pudiera estar presente. Lo 0.60% de grasa contenida en la

Para obtener una harina clara y fina, se hubiese necesitado un separador de viento del tipo venturi y con ello, se lograría la separación casi total de la cáscara negra que recubre la nuez cuyo peso es bajo. Es esta cáscara la que le da el color grisáceo a la harina. Lamentablemente no se cuenta con este tipo de equipo en la Universidad, por

lo que no se logró separar debidamente estas partes negras y se obtuvo una harina gris.

Los datos obtenidos de la cuantificación de la materia recuperada, se muestran en la tabla No. 2, y se puede observar que un porcentaje del 10.74% de harina es casi polvo, mientras que el 22.95% es la parte negra, por lo que no vale la pena eliminar todo esto de la harina, para los análisis posteriores.

Con el objeto de determinar la humedad presente en la harina, se sometió ésta a un tratamiento térmico en un horno de convección y por diferencia en los pesos inicial y final, se determinó que tiene un porcentaje bastante bajo de humedad 0.4747%.

Luego, en el mismo horno, se determinó la presencia de cenizas, siendo éstas de 4.137% lo que se observa en el cuadro No. 4.

También se determinó la cantidad de grasa que permanece en la muestra al final del proceso de extracción y este porcentaje es bastante bajo. 8.60% de grasa permanece en la muestra con lo que se comprueba que la mayor parte se logra extraer por este método.

Además, con este análisis, se logró determinar el rendimiento de la extracción y la cantidad de harina que se puede obtener luego de cada extracción.

El harina analizada por medio del método de Kjeldahl

demostró contener 49.175% de proteína y 7.868% de nitrógeno. por lo que se realizaron análisis protéicos para determinar la solubilidad de dicha proteína y además el punto isoeléctrico de esta, datos para los cuales no existe literatura ni mucho menos investigación en este campo.

La muestra fue sometida a tratamientos con diferentes soluciones, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla No. 4.

La solubilidad de las proteínas globulares en los sistemas acuosos varía mucho. Es por esta razón que se determinó que las albúminas son solubles en agua. En la muestra demostró tener un 30.72% de estas proteínas. Al someter la muestra a alcohol etílico al 70% se observan valores bastante bajos lo que demuestra la ausencia de vitelinas.

En la solución de hidróxido de sodio, hubo una solubilidad alta, lo que demuestra el alto contenido de glutelinas, 38.64% un porcentaje bastante bueno tal y como se espera en este tipo de harinas.

Se observó que hubo una disminución, cuando se adicionó una solución de cloruro de sodio, lo que determina la presencia de globulinas. En la muestra, fueron bastante bajos los resultados de la solubilidad en alcohol, así como bajo también fué el contenido de proteínas en la muestra residual

La precipitación de las proteínas por salinación, al

igual que la de las otras sustancias más sencillas como colorantes, depende en gran parte del volumen de agua desplazado más que de las fuerzas específicas que determina la interacción de los electrolitos y las proteínas ya que a concentraciones de sal muy altas las proteínas se enmascaran.

Además, en la solubilidad interviene el pH, la concentración de la sal y la temperatura.

Las relaciones generales de la solubilidad de las globulinas y albúminas, quizás se comprendan mejor al observar la gráfica de los resultados obtenidos luego del análisis de la proteína presente en diversas soluciones a pH diferentes, la curva para una globulina típica consiste en una rama que asciende más o menos pendiente, hasta un valor bastante alto para una concentración de sal más o menos baja.

Se observa que las seroalbúminas no se presentan cuando se hace la solución en alcohol al 70%.

Cuando se observó que la mayor parte de la proteína de esta harina es soluble en la solución de hidróxido de sodio, se determinó la cantidad de proteína presente, luego de una extracción con esta solución como una base fuerte. El resultado obtenido, se muestra en la tabla No.4 y los resultados demostraron que existe un 72% de pureza en la proteína soluble en hidróxido de sodio.

Se observa un punto isoelectrico donde no hay migración de cargas hacia ninguno de los extremos, en un campo eléctrico en un valor de $\text{pH} = 4$ luego del cual vuelve a mostrarse ascendencia en la curva y se obtiene nuevamente casi un valor semejante al original con lo cual se observa una proteína casi íntegra.

Se trató de hacer un aislado protéico con los residuos obtenidos y se observa que luego de la centrifugación y de someter las proteínas a procesos de agitación y recolección, no es mucho el residuo que se obtiene, por lo que un aislado protéico subsiguiente produjo resultados muy pobres debido a la poca cantidad de proteína lograda separar o purificar por este método.

2. La harina se sometió por medio de análisis de cualidad, a la presencia 38.66% de glutelinas, 30.72% de albuminas, 17.70% de globulinas.

3. La harina es una fuente accesible, sobre todo cuando los recursos son escasos. Representa una buena fuente al alcance de la industria, de fácil acceso y mucha utilidad, con tanto además con la ventaja de que la semilla de piñón se encuentra en grandes cantidades en la costa sur de Guatemala, lo que hace más interesante su desarrollo agroindustrial.

7. RECOMENDACIONES

IX. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos al finalizar el presente trabajo, se llegó a las siguientes conclusiones:

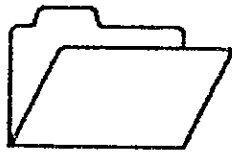
1. La harina del Piñón es un subproducto de la extracción del aceite de la almendra. Demuestra propiedades de harina fina, de color grisáceo, y olor agradable con un rendimiento de 58.35%.
Contiene 49.17% de proteína, 0.4748% de humedad, 4.137% de cenizas, 8.60% de grasa residual y 7.868% de nitrógeno.
2. La harina demostró por medio de análisis de solubilidad, la presencia 38.64% de glutelinas, 30.72% de albúminas, 17.28% de globulinas.
3. La harina es una fuente accesible, sobre todo cuando los recursos son escasos. Representa una buena fuente al alcance de la industria, de fácil acceso y mucha utilidad, contando además con la ventaja de que la semilla de piñón se encuentra en grandes cantidades en la costa sur de Guatemala, lo que hace más interesante su desarrollo agroindustrial.

X. RECOMENDACIONES

1. Evaluar la inocuidad de la harina desgrasada de la semilla de piñón para fines de alimentación humana, o enriquecimiento de alimento para animales.
2. Estudiar los residuos tóxicos y cáusticos de la almendra, que pudieran estar aún presentes en la harina, para garantizar su utilización como alimento para aves o bien si sus propiedades así lo revelasen, como alimento para humanos.
3. De acuerdo con las propiedades tan buenas que demostró tener el aceite extraído y posteriormente las ventajas nutricionales de la harina obtenida como residuo, se recomienda elaborar un estudio detallado sobre el diseño, así como los costos de inversión de una planta extractora de aceite de semilla de piñón, que además utilice la retorta residual para enriquecer algún producto o bien utilizarse directamente como alimento para animales.

XI. BIBLIOGRAFIA

- (1) Oliva, H. Francisco. "EL ACEITE DE SEMILLA DE PINON DE GUATEMALA". Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. 1940
- (2) Martínez M. "LAS PLANTAS MEDICINALES DE MEXICO" 5ta ed. 1969 Editorial Botas, México D.F. 656pp.
- (2) Martínez M. "LAS PLANTAS UTILES DE LA FLORA MEXICANA" 1959 Editorial Botas, México D.F. 621pp.
- (4) Cáceres A. Samayoa B. "CUADERNOS DE INVESTIGACION No. G-89 DIGI (USAC)" GUATEMALA, 138.PP. 1985
- (5) Weniher, B. y Robineay, L. "ELEMENTOS PARA UNA FARMACOPEA CARIBENA". Miserror-Unesco-MAB. La Habana. 318pp. 1988
- (6) Samayoa-Farnes Lourdes María. "EXTRACCION DE ACEITE DE SEMILLA DE PINON Y SU CARACTERIZACION FISICO QUIMICA". Tesis Universidad del Valle de Guatemala. 1995



ANEXO

MATERIALES Y METODOS

Luego de la caracterización del aceite obtenido por extracción, se recolecta la harina y se cuantifica la muestra para determinar el rendimiento.

Con el fin de encontrar la parte más fina y clara de la harina y mejorar su apariencia para facilitar así su incorporación a otros productos, se pasa por molino de nixtamal. Luego, a un tamiz eléctrico, donde se recolectan la cáscara externa, la harina más fina y blanca posible y por último el residuo. Se cuantifican los resultados para obtener rendimientos.

A continuación, se determinan los análisis de humedad para conocer la cantidad de agua residual presente en la muestra.

Determinación de la proteína presente utilizando para ellos el método de Kjeldahl.

Se determina la cantidad de grasa residual por medio de una extracción posterior, utilizando solvente hexano y determinando este por diferencia de peso.

Finalmente, para conocer el porcentaje del contenido químico de la harina, se determina la cantidad de ceniza de la muestra, utilizando para ello un horno de convección.

Teniendo ya la harina refinada y analizada, se procede a determinar la solubilidad de la proteína en diferentes

sustancias: agua, NaCl 5%, alcohol etílico 70%. NaOH 0.2%.

Este estudio se lleva a cabo utilizando una centrifuga con el fin de determinar cuánta proteína es arrastrada en cada solución, al sobrenadante se le hacen análisis de proteína, utilizando un soxlet, se puede determinar con estos resultados el tipo de proteína presente en la muestra.

Con todo lo anterior, se determina la proteína residual en la muestra luego de ser tratada con las soluciones anteriores.

Se cuantifican los datos de nitrógeno y proteína conociendo con ello la solubilidad en porcentajes de cada muestra.

Se hace ahora una extracción con NaOH y a continuación se determina el punto isoeléctrico de la proteína obtenida, se calcula el contenido protéico del sobrenadante bajando su pH desde 8,7,5,4, y 3, los resultados obtenidos se grafican determinándose el punto isoeléctrico de la proteína obtenida.

Finalmente se hace un aislado protéico con el fin de obtener el porcentaje total de la proteína y su valor máximo, ya que algunas pruebas sugieren que un aislado revela con una certeza de casi un 99% la proteína presente.

FIGURA N.º 1



PROGRAMACION

RECEPCION DE MATERIA PRIMA
1 semana

CLASIFICACION DE LA MATERIA PRIMA
1 semana

EXTRACCION CON SOLVENTE
2 semanas

MOLIENDA DE LA HARINA
1 semana

TAMIZ DE LA HARINA
2 semanas

ANALISIS DE LA HARINA PROTEINA,
HUMEDAD, CENIZAS, GRASA RESIDUAL
7 semanas

DETERMINACION DE LA SOLUBILIDAD DE LA PROTEINA
4 semanas

DETERMINACION DEL PUNTO ISOELECTRICO DE LA PROTEINA
4 semanas

AISLADO DE LA PROTEINA
4 semanas

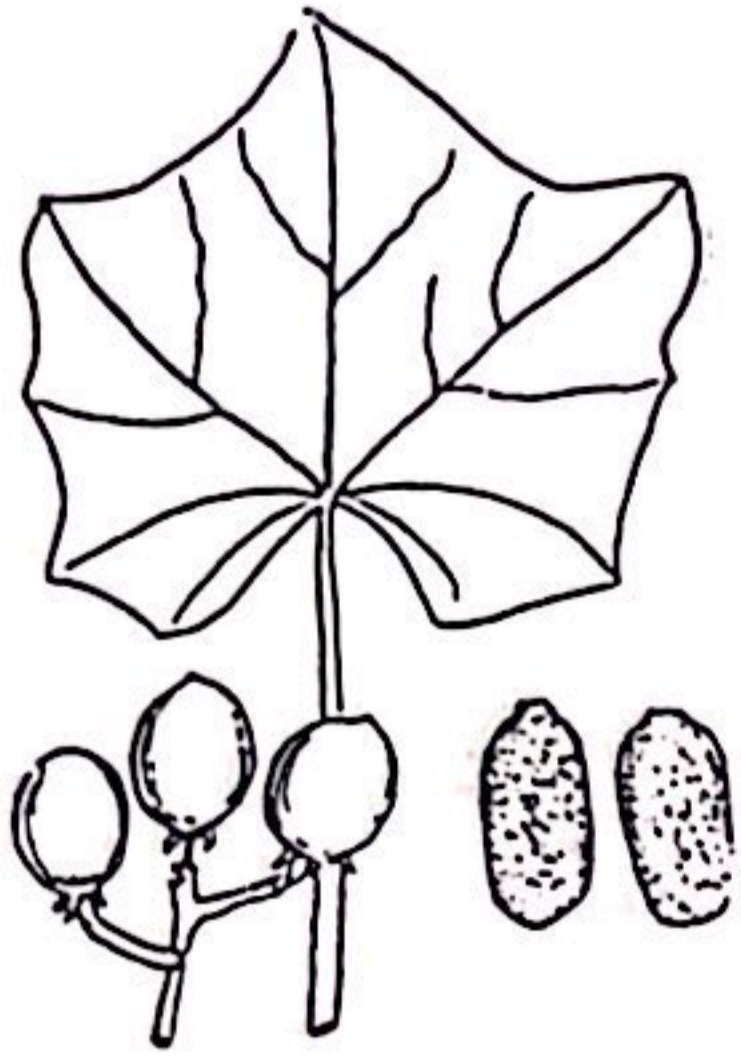
FIGURA N.º 2



Jatropha curcas

(3)

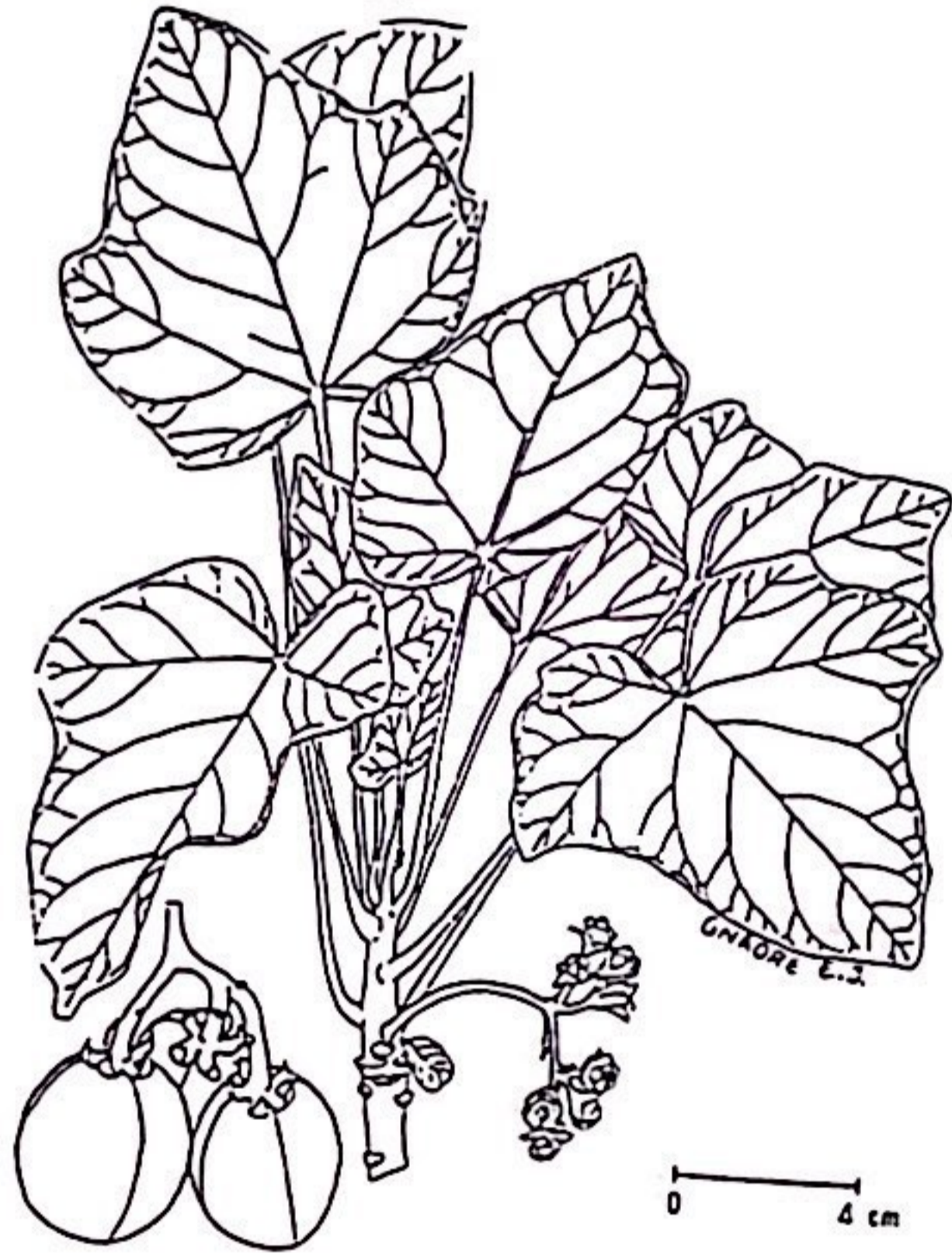
FIGURA N.1



PIÑONCILLO
Jatropha curcas.

(2)

FIGURA N.2



Jatropha curcas

(3)